

## Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk

Die Erfindung betrifft eine Gasturbine, insbesondere ein Flugtriebwerk, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Triebwerke von Flugzeugen, sei es zivile Flugtriebwerke oder militärische Flugtriebwerke, erzeugen neben einem Vorschub zur Fortbewegung des Flugzeugs auch Energie zur Versorgung von Anbaueinrichtungen bzw. Nebenaggregaten der Gasturbine oder zur Versorgung flugzeugseitiger Systeme, wie z. B. der Klimaanlage. Bei den Anbaueinrichtungen, Nebenaggregaten oder auch flugzeugseitigen Systemen eines Flugtriebwerks kann es sich um hydraulisch, pneumatisch oder auch elektrisch bzw. elektromotorisch angetriebene Einrichtungen, Aggregate oder Systeme handeln.

Bei der Entwicklung von Flugzeugen ist ein eindeutiger Trend dahingehend festzustellen, dass zunehmend mehr elektrische Energie im Flugzeug benötigt wird. Dies liegt zum einen darin begründet, dass hydraulisch oder pneumatisch betriebene Anbaueinrichtungen oder Nebenaggregate der Gasturbinen durch elektromotorisch betriebene Anbaueinrichtungen oder Nebenaggregate ersetzt werden, und dass andererseits ein immer größerer Energiebedarf pro Sitzplatz im Flugzeug benötigt wird. Die Flugtriebwerke müssen daher immer größere elektrische Leistungen bzw. eine immer größere elektrische Energie bereitstellen. Derartige Flugtriebwerke werden auch als „More Electric Engine“ (MEE) bezeichnet.

Zur Erzeugung von elektrischer Energie zur Versorgung der Anbaueinrichtungen oder Nebenaggregate der Gasturbine sowie der flugzeugseitigen Systeme ist es aus dem Stand der Technik bereits bekannt, einem Kerntriebwerk der Gasturbine mechanische Energie zu entnehmen, die z. B. für den Antrieb von Pumpen und Generatoren verwendet wird. Die DE 41 31 713 C2 zeigt ein Flugtriebwerk, wobei einem Kerntriebwerk Wellenleistung entnommen wird und diese Wellenleistung Nebenaggregaten zugeführt wird.

Nach dem Stand der Technik sind Generatoren zur Erzeugung elektrischer Energie als Nebenaggregate bzw. Anbaueinrichtungen der Gasturbine ausgebildet und demnach als se-

parate Baugruppen ausgeführt und außerhalb des Bereichs der eigentlichen Gasturbine montiert.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Gasturbine, insbesondere ein neuartiges Flugtriebwerk, zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die eingangs genannte Gasturbine durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß ist der Generator in das Innere der Gasturbine derart integriert, dass der oder jede Läufer des Generators dem Rotor und der oder jede Ständer des Generators dem Stator zugeordnet ist, wobei hierdurch Bewegungsenergie des Rotors vom Generator in elektrische Energie wandelbar ist.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, den Generator zur Erzeugung elektrischer Energie in das Innere der Gasturbine zu integrieren. Hierdurch ergibt sich eine Vereinfachung des Aufbaus einer als "More Electric Engine" ausgebildeten Gasturbine.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der oder jede Läufer des Generators der Rotorwelle des Rotors zugeordnet, wobei der oder jede Läufer mehrere Polstücke aufweist, die entweder als Einheit oder einzeln an der Rotorwelle befestigt sind. Der oder jede Ständer des Generators ist dann vorzugsweise einem statorseitigen Lagerblock der Rotorwelle zugeordnet.

Nach einer alternativen vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der oder jede Läufer des Generators den Laufschaufeln des Rotors zugeordnet, wobei Polstücke in die Laufschaufeln integriert sind oder den Enden der Laufschaufeln zugeordnet sind. Der oder jede Ständer des Generators ist dann vorzugsweise dem Gehäuse des Stators und/oder den feststehenden Leitschaufeln des Stators zugeordnet.

Vorzugsweise ermöglichen Steuerungsmittel den Generator zum Start der Gasturbine als Motor zu betreiben und nach dem Start der Gasturbine den Generator zur Erzeugung e-

lektrischer Energie zu verwenden. Überschüssige elektrische Energie der Gasturbine ist vorzugsweise während des Motorbetriebs des Generators in die Gasturbine zum Antrieb des Rotors der Gasturbine einleitbar.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen schematisierten, ausschnittsweisen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Gasturbine nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Fig. 2 ein Detail der Anordnung gemäß Fig. 1 in Vorderansicht; und
- Fig. 3 einen schematisierten, ausschnittsweisen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Gasturbine nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis 3 in größerem Detail beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen teilweisen Querschnitt durch einen Hochdruckverdichter 10 einer Gasturbine, wobei der Hochdruckverdichter 10 einen Rotor und einen Stator aufweist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst der Rotor eine Rotorwelle 11, die insgesamt drei Rotorscheiben 12, 13 und 14 antreibt. Jeder der Rotorscheiben 12, 13 und 14 sind in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete, zusammen mit den Rotorscheiben 12, 13 bzw. 14 umlaufende bzw. rotierende Laufschaufeln 15 angeordnet. Die einer Rotorscheibe 12 bzw. 13 bzw. 14 zugeordneten Laufschaufeln 15 bilden sogenannte Laufschaufelkränze. In Durchströmungsrichtung bzw. in Axialrichtung des Hochdruckverdichters 10 sind die durch die Rotorscheiben 12, 13 bzw. 14 und die entsprechenden Laufschaufeln 15 gebildeten Laufschaufelkränze hintereinander angeordnet. Die Durchströmungsrichtung des Hochdruckverdichters 10 ist in Fig. 1 durch einen Pfeil 16 visualisiert. Der Rotor des Hochdruckverdichters 10 wird demnach zumindest von der Rotorwelle 11, den Rotorscheiben 12, 13 und 14 sowie den Laufschaufeln 15 gebildet.

Der Stator des Hochdruckverdichters 10 umfasst ein Gehäuse 17 sowie Leitschaufeln 18. Die Leitschaufeln 18 sind ebenso wie das Gehäuse 17 feststehend ausgebildet. Die Leitschaufeln 18 bilden Leitschaufelkränze, die wie die Laufschaufelkränze in Durchströmungsrichtung (Pfeil 16) des Hochdruckverdichters 10 hintereinander angeordnet sind. Zwischen jeweils zwei benachbarten Leitschaufelkränzen aus feststehenden Leitschaufeln 18 ist dabei jeweils ein Laufschaufelkranz aus rotierenden Laufschaufeln 15 angeordnet. Die Laufschaufelkränze rotieren demnach gegenüber dem feststehenden Gehäuse und den ebenfalls feststehenden Leitschaufelkränzen.

Erfindungsgemäß ist in den Hochdruckverdichter 10 ein Generator 19 integriert. Der Generator 19 ist dabei derart in das Innere des Hochdruckverdichters 10 integriert, dass ein Läufer 20 dem Rotor und ein Ständer 21 dem Stator zugeordnet ist. Die Bewegungsenergie des Rotors ist vom Generator 19 in elektrische Energie wandelbar. Im in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Läufer 20 des Generators 19 der Rotorwelle 11 des Hochdruckverdichters 10 zugeordnet. Der Ständer 21 des Generators 19 ist einem statorseitigen Lagerblock 22 der Rotorwelle 11 zugeordnet.

Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist der Generator 19 als Transversalflussmaschine nach dem Prinzip einer sogenannten Switched Reluctance Maschine ausgebildet. Der Ständer 21 des Generators 19 wird in diesem Fall von zwei Teilständern 23 und 24 gebildet, wobei jeder der beiden Teilständer 23 und 24 am Lagerblock 22 befestigt ist und einen kompletten Satz Wicklungen 25 aufweist. Die beiden Teilständer 23 und 24 des Generators 19 sind in Axialrichtung der Gasturbine voneinander beabstandet. Zwischen diesen beiden Teilständern 23 und 24 des Generators 19 rotiert der Läufer 20 desselben.

Der Läufer 20 des Generators 19 ist vorzugsweise wie in Fig. 2 dargestellt an der Rotorwelle 11 des Rotors befestigt. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 2 umfasst der Läufer 20 insgesamt acht als Weicheisenpole ausgebildete Polstücke 26, wobei die Polstücke 26 an ihren radial innenliegenden Enden 27 über ein hohlzylinderförmiges Elemente 28 miteinander verbunden sind. Der Innendurchmesser des hohlzylinderförmigen Elements 28 ist an den Außendurchmesser der Rotorwelle 11 angepasst, sodass der Läufer 20 des Genera-

tors 19 als Einheit auf die Rotorwelle 11 aufgesteckt und mit dieser verbunden werden kann.

Im Unterschied zum gezeigten Ausführungsbeispiel sind jedoch auch andere Befestigungsmethoden des Läufers an der Rotorwelle 11 vorstellbar. So können die Polstücke des Läufers des Generators auch einzeln an der Rotorwelle 11 befestigt sein, indem die Polstücke mit ihren radial innenliegenden Enden unmittelbar in der Rotorwelle 11 befestigt sind.

Wie bereits erwähnt, ist im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 der Generator 19 als Transversalflussmaschine ausgebildet. Im Unterschied hierzu kann, wie dies Fig. 3 zeigt, auch ein Generator 29 in den Hochdruckverdichter 10 integriert sein, der als sogenannte Trommelläufermaschine ausgebildet ist. Da sich die Ausführungsbeispiele gemäß Fig. 1 und 3 lediglich durch die konkrete Ausführung des Generators unterscheiden, werden für gleiche Baugruppen gleiche Bezugsziffern verwendet und es wird auf die Ausführungen zu Fig. 1 verwiesen.

Auch beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 ist ein Läufer 30 des Generators 29 der Rotorwelle 11 und ein Ständer 31 dem Lagerblock 22 des Hochdruckverdichters 10 zugeordnet. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 rotiert der Läufer 20 des Generators 19 zwischen zwei mit axialem Abstand voneinander positionierten Teilständern 23 und 24. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 3 hingegen rotiert der Läufer 30 gegenüber einem den Läufer 30 in radialer Richtung umschließenden Ständer 31. Die Ausführungsform der Fig. 1, in welcher der Generator 19 als Transversalflussmaschine ausgebildet ist, verfügt gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3, in welcher der Generator 29 als Trommelläufermaschine ausgebildet ist, über den Vorteil, dass durch Fliehkraft und Wärme induzierte Ausdehnungen des Läufers 20 der Luftspalt zwischen dem Läufer 20 und dem Stator 21 nicht verändert wird. Nachteilig ist hingegen gegenüber dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3, dass sich beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 die beiden Teilständer 23 und 24 gegenseitig anziehen und dieselben demnach am Lagerblock 22 mit einer ausreichenden Kraftabfangung befestigt werden müssen. Sowohl das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 als auch das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 verfügen demnach über gewisse Vorteile.

Es liegt weiterhin im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, der Gasturbine bzw. dem dargestellten Hochdruckverdichter 10 Steuermittel zuzuordnen, die einerseits einen Betrieb des Generators 19 bzw. 29 als Generator zur Erzeugung elektrischer Energie aus der Bewegungsenergie des Rotors und andererseits als Motor zum Antreiben der Rotorwelle 11 auf Basis bereitgestellter elektrischer Energie ermöglichen. Es liegt demnach im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, den Generator 19 bzw. 29 nicht lediglich zur Erzeugung elektrischer Energie zu verwenden, sondern vielmehr auch zum Antreiben der Rotorwelle 11. Die Verwendung des Generators 19 bzw. 29 im Motorbetrieb kommt insbesondere beim Starten der Gasturbine in Betracht. Durch Bereitstellung elektrischer Energie kann dann mithilfe des Generators 19 bzw. 29 die Rotorwelle 11 des Hochdruckverdichters 10 auf eine Solldrehzahl hochgefahren werden. Nach dem Starten wird dann über die Steuermittel der Generator 19 bzw. 29 zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung ist es auch möglich, nicht nur in den Hochdruckverdichter 10 einen Generator 19 bzw. 29 auf die oben beschriebene Art und Weise zu integrieren, sondern vielmehr auch in einen nicht-dargestellten Niederdruckverdichter der Gasturbine. Sind sowohl in den Hochdruckverdichter als auch in den Niederdruckverdichter entsprechende Generatoren integriert, so liegt es im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, die Generatoren von Hochdruckverdichter und Niederdruckverdichter miteinander zu koppeln. Hierdurch kann dann ein Leistungsausgleich zwischen dem Hochdruckverdichter und dem Niederdruckverdichter durchgeführt werden. Erzeugt zum Beispiel der Generator des Hochdruckverdichters mehr elektrische Energie als benötigt, so kann in diesem Fall der Generator des Niederdruckverdichters im Motorbetrieb eingesetzt werden, um die überschüssige elektrische Energie zum Antrieb der Rotorwelle des Niederdruckverdichters zu verwenden. Bislang war es nach dem Stand der Technik erforderlich, überschüssige elektrische Energie in einer Widerstandseinheit als Verlustwärme zu verheizen. Mit der hier vorliegenden Erfindung ist es möglich, derartige überschüssige elektrische Energie in die Gasturbine als Bewegungsenergie zurückzuführen und somit den Gesamtwirkungsgrad der Gasturbine zu verbessern. Auch ist es vorstellbar, in dem Fall, in dem der Generator der Niederdruckturbine zuviel elektrische Energie erzeugt, diese überschüssige elektrische Energie in den Hochdruckverdichter zurückzuführen, indem der Generator des Hochdruck-

verdichters dann im Motorbetrieb betrieben und die überschüssige elektrische Energie des Generators des Niederdruckverdichters zum Antrieb der Rotorwelle des Hochdruckverdichters verwendet wird.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung wird weiterhin vorgeschlagen, die Wicklungen 25 der Ständer 21 bzw. 31 der Generatoren 19 bzw. 29 mit Treibstoff zu kühlen. So liegt es im Sinne der vorliegenden Erfindung, die Wicklungen 25 als Hohlleiterwicklungen auszuführen und durch diese Hohlleiterwicklungen zur Kühlung Treibstoff zu leiten. Der die Wicklungen 25 durchfließende Treibstoff kann dann im Anschluss zu Treibstoffeinspritzdüsen im Bereich einer Brennkammer der Gasturbine weitergeleitet werden. Eine derartige Treibstoffkühlung der Wicklungen 25 der Ständer 21 bzw. 31 erlaubt eine besonders effiziente Kühlung derselben und macht die aus dem Stand der Technik bekannte, aufwändige Ölkühlung überflüssig.

Fig. 1 und 3 zeigen lediglich einen teilweisen axialen Längsschnitt durch den Hochdruckverdichter 10, sodass in Fig. 1 und 3 nur der oberhalb der Rotorwelle 11 verlaufende Abschnitt des Hochdruckverdichters 10 dargestellt ist. Die in Fig. 1 bis 3 dargestellten Bauteile erstrecken sich in Umfangsrichtung um die Rotorwelle 11 herum. Um eine einfachere Montierbarkeit der Ständer 21 bzw. 31 der Generatoren 19 bzw. 29 zu ermöglichen, wird nach einem weiteren Aspekt der hier vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, die Ständer 21 bzw. 31 zumindest zweigeteilt auszuführen. Bei einer zweiteiligen Ausführung der Ständer 21 und 31 würden sich dieselben jeweils in Umfangsrichtung um 180° um die Rotorwelle 11 herum erstrecken. Selbstverständlich sind auch andere Teilungen möglich, wobei sich die Winkel- bzw. Umfangserstreckung automatisch aus der Teilung der Ständer 21 sowie 31 ergibt. Um eine Teilung der Ständer 21 sowie 31 zu ermöglichen, werden im Sinne der hier vorliegenden Erfindung zwei Maßnahmen vorgeschlagen: Nach einer ersten Maßnahme sind die Wicklungen 25 der Ständer 21 bzw. 31 als Wellenwicklungen auszuführen. Nach einer zweiten Maßnahme wird vorgeschlagen Nutanzahl, Anzahl der Pole, Statordurchmesser und weitere Designparameter des Generators so zu wählen, dass pro Ständernut nur eine Windung erforderlich ist und jeder Teilständer die gesamte erforderliche Windungszahl trägt, die zur Erzeugung der elektrischen Energie erforderlich ist. Es ist demnach auch eine Erkenntnis der hier vorliegenden Erfindung, dass die durch Ausführung

der Wicklungen als Wellenwicklung in Kombination mit der Forderung, dass pro Nut lediglich eine Windung vorzusehen ist, der Ständer 21 bzw. 31 des Generators 19 bzw. 29 geteilt ausgeführt werden kann. Hierdurch ist es möglich, die Montage der Gasturbine deutlich zu vereinfachen.

In den gezeigten Ausführungsbeispielen sind die Läufer 20 bzw. 30 der Generatoren 19 bzw. 29 allesamt der Rotorwelle 11 und die Ständer 21 bzw. 31 allesamt Lagerblöcken 22 für die Rotorwelle 11 zugeordnet. Im Unterschied zu den gezeigten Ausführungsbeispielen ist es ebenfalls möglich, den Läufer des Generators den rotierenden Laufschaufeln zuzuordnen. Als Weicheisenpole ausgebildete Polstücke können zum Beispiel den radial außenliegenden Enden der rotierenden Laufschaufeln zugeordnet sein und zusammen mit den Laufschaufeln gegenüber dem feststehenden Gehäuse und den ebenfalls feststehenden Leitschaufeln rotieren. In diesem Fall müssen selbstverständlich die rotierenden Laufschaufeln derart ausgeführt werden, dass dieselben die durch die Weicheisenpole verursachten, zusätzlichen Fliehkräfte sicher abfangen können. In dem Fall, in dem also die Polstücke des Läufers den rotierenden Laufschaufeln zugeordnet sind, ist der Ständer des Generators entweder den feststehenden Leitschaufeln oder dem feststehenden Gehäuse des Stators der Gasturbine zugeordnet. Auch auf diese Art und Weise lässt sich ein Generator in die Gasturbine integrieren.

## Patentansprüche

1. **Gasturbine, insbesondere Flugtriebwerk, mit mindestens einem Stator, mindestens einem Rotor und mindestens einem Generator (19; 29) zur Erzeugung elektrischer Energie, wobei ein Rotor eine Rotorwelle (11) und von der Rotorwelle (11) angetriebene Rotorschichten (12, 13, 14) mit rotierenden Laufschaufeln (15) aufweist, wobei ein Stator ein Gehäuse (17) und feststehende Leitschaufeln (18) aufweist, wobei ein Generator (19; 29) mindestens einen Ständer (21; 31) und mindestens einen Läufer (20; 30) aufweist, und wobei die von dem Generator (19; 29) erzeugte elektrische Energie vorzugsweise dem Betreiben mindestens einer Anbaueinrichtung bzw. eines Nebenaggregats der Gasturbine dient, dadurch gekennzeichnet, dass der Generator (19; 29) in das Innere der Gasturbine derart integriert ist, dass der oder jede Läufer (20; 30) des Generators dem Rotor und der oder jede Ständer (21; 31) des Generators dem Stator zugeordnet ist, wobei hierdurch Bewegungsenergie des Rotors vom Generator (19; 29) in elektrische Energie wandelbar ist.**
2. **Gasturbine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jede Läufer (20; 30) des Generators einem Bereich des Rotors zugeordnet ist, der dem Bereich des Stators benachbart ist, welchem der oder jede Ständer (21; 31) des Generators zugeordnet ist.**
3. **Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jede Läufer (20; 30) des Generators (19; 29) der Rotorwelle (11) des Rotors zugeordnet ist, wobei der oder jede Läufer (20; 30) mehrere Polstücke (26) aufweist, die entweder als Einheit oder einzeln an der Rotorwelle (11) befestigt sind.**
4. **Gasturbine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Polstücke (26) des oder jeden Läufers (20) an radial innenliegenden Enden (27) über ein hohlzylindrisches Element (28) miteinander verbunden und als Einheit auf der Rotorwelle (22) des Rotors befestigt sind.**

5. Gasturbine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass hierzu ein Innendurchmesser des hohlyzylinderförmigen Elements (28) an einen Außendurchmesser der Rotorwelle (11) des Rotors angepasst ist.
6. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jede Ständer (21; 31) des Generators (19; 29) einem statorseitigen Lagerblock (22) der Rotorwelle (11) zugeordnet ist.
7. Gasturbine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jede Läufer des Generators den Laufschaufeln des Rotors zugeordnet ist, wobei Polstücke in die Laufschaufeln integriert sind oder den radial außenliegenden Enden der Laufschaufeln zugeordnet sind.
8. Gasturbine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jede Ständer des Generators dem Gehäuse des Stators und/oder den feststehenden Leitschaufeln des Stators zugeordnet ist.
9. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der oder jede Ständer (21; 31) des Generators Wicklungen (25) aufweist, wobei die Wicklungen treibstoffgekühlt sind.
10. Gasturbine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (25) des oder jeden Ständers (21; 31) als Hohlwicklungen ausgebildet sind, die zur Kühlung von Treibstoff durchströmt sind.
11. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass Steuerungsmittel den Generator (19; 29) zum Start der Gasturbine als Motor betreiben und nach dem Start der Gasturbine den Generator zur Erzeugung elektrischer Energie einsetzen.

12. Gasturbine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass überschüssige elektrische Energie während des Motorbetriebs des Generators (19; 29) in die Gasturbine zum Antrieb des Rotors der Gasturbine einleitbar ist.
13. Gasturbine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine einen Hochdruckverdichter und einen Niederdruckverdichter aufweist, wobei sowohl der Hochdruckverdichter als auch der Niederdruckverdichter jeweils einen Stator, einen Rotor und einen in den Hochdruckverdichter bzw. den Niederdruckverdichter integrierten Generator aufweisen.
14. Gasturbine nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, der Hochdruckverdichter und der Niederdruckverdichter über die in dieselben integrierten Generatoren derart gekoppelt sind, dass ein Leistungsausgleich zwischen dem Hochdruckverdichter und dem Niederdruckverdichter ermöglicht ist.
15. Gasturbine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dann, wenn der Generator des Hochdruckverdichters mehr elektrische Energie als erforderlich erzeugt, diese überschüssige elektrische Energie vom Generator des Niederdruckverdichters zum Antrieb des Rotors des Niederdruckverdichters verwendbar ist, und dass dann, wenn der Generator des Niederdruckverdichters mehr elektrische Energie als erforderlich erzeugt, diese überschüssige elektrische Energie vom Generator des Hochdruckverdichters zum Antrieb des Rotors des Hochdruckverdichters verwendbar ist.

1/3

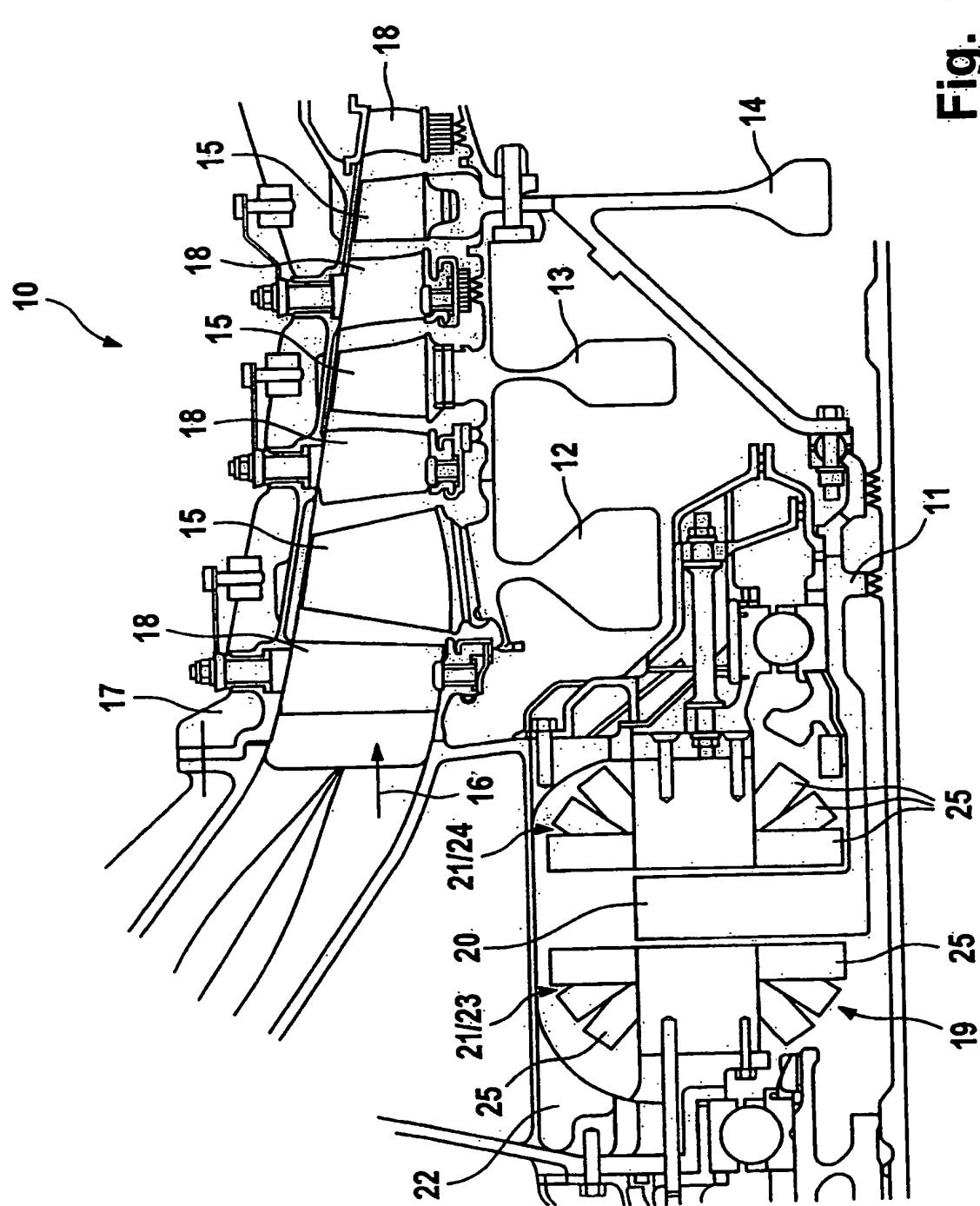
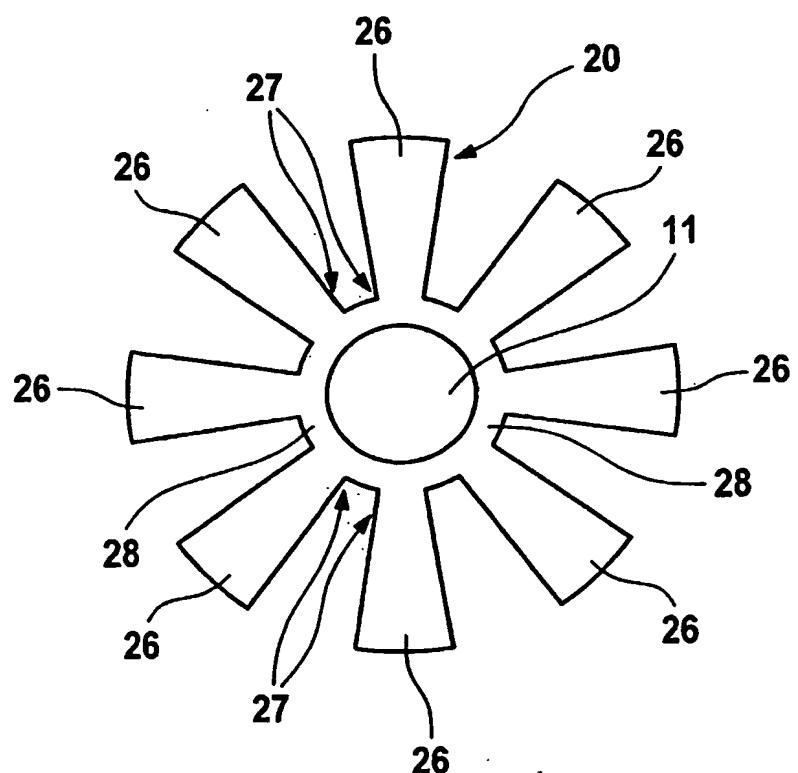


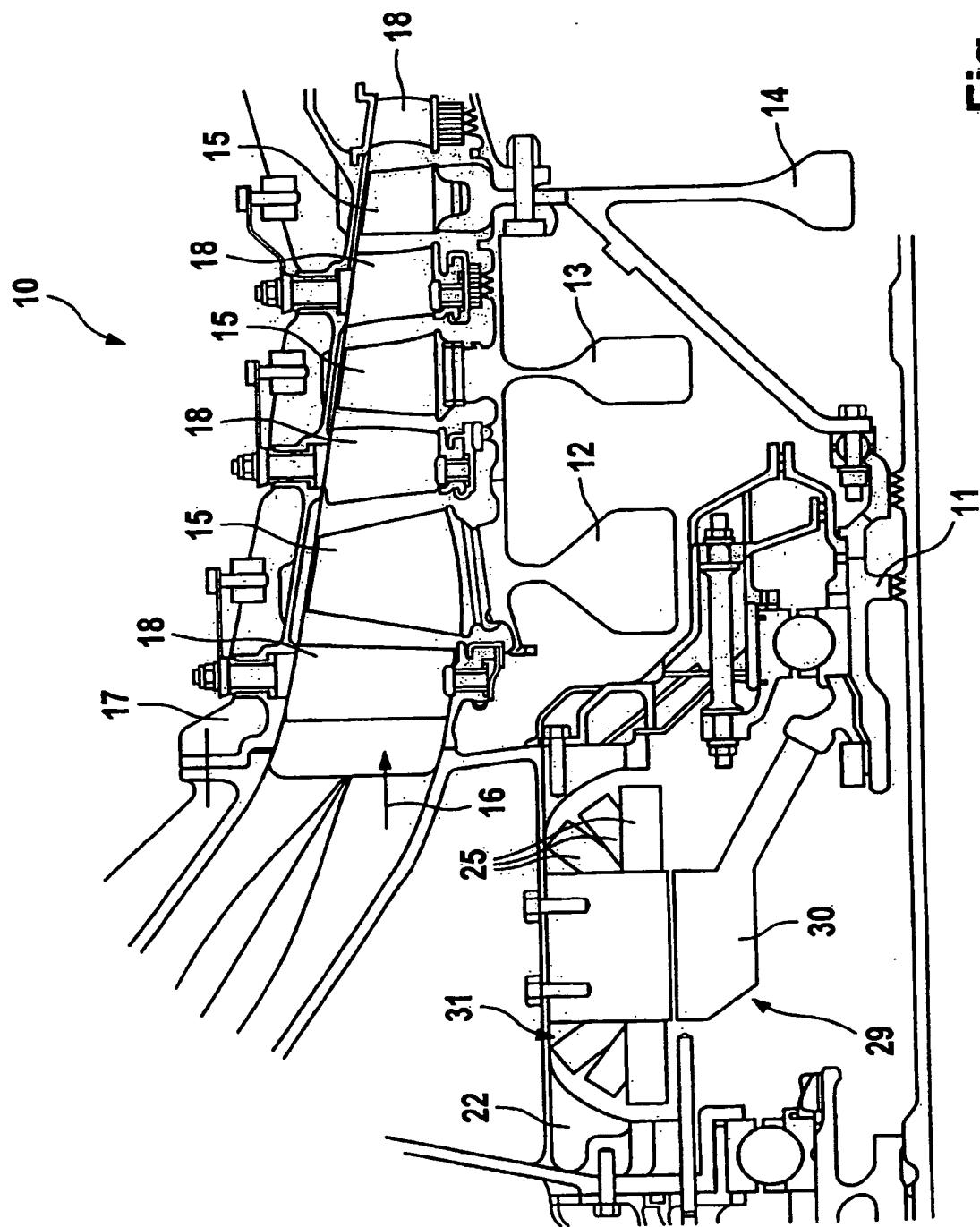
Fig. 1

2 / 3

**Fig. 2**

3 / 3

Fig. 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002572

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F01D15/10 F02C7/268 F02C3/113

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01D F02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>PROVOST M J ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "The more electric aero-engine: a general overview from an engine manufacturer"</p> <p>PROCEEDINGS OF THE 14TH. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POWER SEMICONDUCTOR DEVICES &amp; ICS. ISPSD'02. SANTA FE, NM, JUNE 4 - 7, 2002, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POWER SEMICONDUCTOR DEVICES &amp; IC'S, NEW YORK, NY : IEEE, US, 4 June 2002 (2002-06-04), pages 246-251, XP010602915</p> <p>ISBN: 0-7803-7318-9</p> <p>the whole document</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/-</p>	1-3, 6, 8, 11-15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 March 2005

Date of mailing of the international search report

04/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rau, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002572

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 867 979 A (NEWTON ET AL) 9 February 1999 (1999-02-09) column 1, line 49 - column 2, line 21 column 4, line 50 - column 5, line 35; figure 2 -----	1,2,6,8, 11-15
X	GB 1 041 587 A (BRISTOL SIDDELEY ENGINES LIMITED) 7 September 1966 (1966-09-07) page 1, line 13 - page 2, line 38; figure 3 -----	1-3,6,8, 11,12
A	US 6 459 750 B1 (ITOO KAZUTOSHI ET AL) 1 October 2002 (2002-10-01) column 1, line 8 - column 1, line 28 -----	9,10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002572

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5867979	A	09-02-1999	EP	0798454 A2		01-10-1997
GB 1041587	A	07-09-1966	FR US	1367893 A 3264482 A		24-07-1964 02-08-1966
US 6459750	B1	01-10-2002	JP DE	2000350414 A 10027260 A1		15-12-2000 07-12-2000

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F01D15/10 F02C7/268 F02C3/113

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01D F02C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>PROVOST M J ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "The more electric aero-engine: a general overview from an engine manufacturer"          PROCEEDINGS OF THE 14TH. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POWER SEMICONDUCTOR DEVICES &amp; ICS. ISPSD'02. SANTA FE, NM, JUNE 4 - 7, 2002, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POWER SEMICONDUCTOR DEVICES &amp; IC'S, NEW YORK, NY : IEEE, US, 4. Juni 2002 (2002-06-04), Seiten 246-251, XP010602915          ISBN: 0-7803-7318-9          das ganze Dokument</p> <p>-----</p> <p>-/-</p>	1-3, 6, 8, 11-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
24. März 2005	04/04/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Rau, G

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2004/002572

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 867 979 A (NEWTON ET AL) 9. Februar 1999 (1999-02-09) Spalte 1, Zeile 49 – Spalte 2, Zeile 21 Spalte 4, Zeile 50 – Spalte 5, Zeile 35; Abbildung 2 -----	1,2,6,8, 11-15
X	GB 1 041 587 A (BRISTOL SIDDELEY ENGINES LIMITED) 7. September 1966 (1966-09-07) Seite 1, Zeile 13 – Seite 2, Zeile 38; Abbildung 3 -----	1-3,6,8, 11,12
A	US 6 459 750 B1 (ITO KAZUTOSHI ET AL) 1. Oktober 2002 (2002-10-01) Spalte 1, Zeile 8 – Spalte 1, Zeile 28 -----	9,10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/DE2004/002572**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5867979	A	09-02-1999	EP	0798454 A2		01-10-1997
GB 1041587	A	07-09-1966	FR	1367893 A		24-07-1964
			US	3264482 A		02-08-1966
US 6459750	B1	01-10-2002	JP	2000350414 A		15-12-2000
			DE	10027260 A1		07-12-2000